

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-262520

(43) 公開日 平成7年(1995)10月13日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 1 1 B 5/31  
5/39

識別記号

庁内整理番号

D 8935-5D

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平7-12736

(22) 出願日 平成7年(1995)1月30日

(31) 優先権主張番号 2 0 3 2 2 5

(32) 優先日 1994年2月28日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 593205624

リード・ライト コーポレイション  
アメリカ合衆国, カリフォルニア 95035,  
ミルピタス, ロス コチェス ストリート  
345

(72) 発明者 ロバート アール ロットメイヤー  
アメリカ合衆国, カリフォルニア 94539,  
フレモント, オーケイソー カミノ 2181

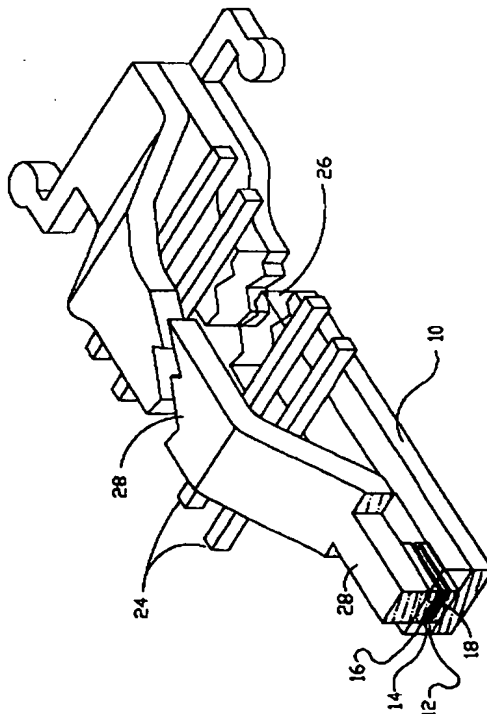
(74) 代理人 弁理士 石田 敬 (外3名)

(54) 【発明の名称】 薄膜磁気ヘッド

(57) 【要約】

【目的】 本発明は薄膜型磁気抵抗素子を含む薄膜磁気ヘッドに関し、読み出し／書き込み時のオフセットを少なくすること、リード線・磁気抵抗素子とシールド部との短絡、素子加熱およびマイグレーションを回避することを目的とする。

【構成】 本発明の薄膜磁気ヘッドが、磁気回路を提供する第1および第2のポール／シールド／リード層と、2種のポール／シールド／リード層間に配置される巨大感度形の磁気抵抗素子層を含む読み出し用ヘッド部と、第1のポール／シールド／リード層と磁気抵抗素子層の間に配置される第1の導電体層と、第2のポール／シールド／リード層と磁気抵抗素子層の間に配置される第2の導電体層とを備える。ポール／シールド／リード層は、磁気回路の外周部の磁束から磁気抵抗素子層をシールドし、かつ、センス電流を流すための導電経路をなす。トラック幅を磁気抵抗素子層で規定し、オフトラック読み出しを最小限に抑える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 記録媒体のトラック上のデータに対し読み出しおよび書き込みを行うための薄膜磁気ヘッドであって、該薄膜磁気ヘッドは、

ギャップを有する磁気回路を提供するための磁気的な第1のポール／シールド／リード層と第2のポール／シールド／リード層を備え、該第1および第2のポール／シールド／リード層の各々は、書き込み用の磁気的なポールを有しており、

前記薄膜磁気ヘッドは、さらに、

前記第1のポール／シールド／リード層と前記第2のポール／シールド／リード層との間に配置される巨大感度形磁気抵抗素子 (Giant Magnetoresistive Element) 層を含む読み出し用ヘッド部を備え、前記第1および第2のポール／シールド／リード層の各々は、前記磁気回路の外周部にて生ずる磁束 (Fringing Magnetic Flux) から前記巨大感度形磁気抵抗素子層をシールドする機能を有し、かつ、前記巨大感度形磁気抵抗素子層に対しデータ感知用のセンス電流を流すための導電性経路を提供しており、

前記薄膜磁気ヘッドは、さらに、

前記第1のポール／シールド／リード層と前記巨大感度形磁気抵抗素子層との間に配置される第1の導電体層と、

前記第2のポール／シールド／リード層と前記巨大感度形磁気抵抗素子層との間に配置される第2の導電体層とを備えており、

前記記録媒体上のトラックに書き込まれているデータのオフトラック読み出しを最小限に抑えるように構成することを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項2】 前記第1および第2のポール／シールド／リード層が、実質的に、高い透磁率を有する高磁化材料から構成されており、かつ、電気的に導電性である請求項1記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項3】 前記高磁化材料が、NiFe、FeNおよびFeNTa中の少なくとも一つである請求項2記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項4】 前記第1および第2のポール／シールド／リード層の各々が、約2ミクロン ( $\mu\text{m}$ ) の厚さを有する請求項1記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項5】 前記巨大感度形磁気抵抗素子層が、約500オングストローム ( $\text{\AA}$ ) の厚さを有する請求項1記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項6】 前記巨大感度形磁気抵抗素子層が、約0.5ミクロンから約2ミクロンまでの幅を有しており、該巨大感度形磁気抵抗素子層の長さ対幅の比は、1:1から5:1までの範囲にある請求項1記載の磁気ヘッド。

【請求項7】 前記巨大感度形磁気抵抗素子層が、銅、金または銀のグループから形成される導電体と、鉄、コ

バルトおよびニッケルにより実質的に作製された合金のグループから形成される磁性合金とを交互に配置してなる交互層により構成される請求項1記載の磁気ヘッド。

【請求項8】 前記薄膜磁気ヘッドが、さらに、前記ギャップを含むギャップ層上に配置される導電性のコイル素子を備える請求項1記載の磁気ヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、薄膜タイプの磁気抵抗素子を有するデータ読み出し／書き込み用の薄膜磁気ヘッドに関する。このような構造の磁気ヘッドは、通常、ディスク等の記録媒体上のデータの読み出し動作および書き込み動作を行う際に使用されており、磁気ヘッドアセンブリともよばれている。特に、本発明は、磁束の大きさに応答する磁気抵抗効果を利用してデータの感知 (センス) を行うためのデータ読み出し用素子を一体化形成した読み出し／書き込み用ヘッド、すなわち、電気磁気量変換用のトランスジューサに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 これまでに知られている従来の磁気ヘッドアセンブリは、誘導性の書き込み用ヘッド部と、磁気抵抗効果を利用した (Magnetoresistive: 通常、MRと略記する) 読み出し用素子とにより作製されている。代表的な誘導性の書き込み用ヘッド部は、それぞれP1およびP2とよばれる複数の薄膜のパーマロイ層を有する。これらのパーマロイ層は、周知のように、電気磁気量変換用のギャップを有する磁気回路を形成する。書き込みモードの期間中は、所定のデータ信号を表す磁束が、磁気回路内の書き込み用のギャップから送出される。さらに、この磁束に対応するデータ信号が、電気磁気量変換を利用した書き込み用のギャップに近接して配置されかつ回転するディスク上のトラックに記録される。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上記のような薄膜タイプのMR読み出し用素子を使用した薄膜磁気ヘッドアセンブリにおいては、導電性のリード線の幾何学的形態 (Topology: トポロジー) による問題が発生する。この問題とは、導電性のリード線の幾何学的形態の結果として、リード線の高電流密度により生ずるイオン移動、すなわち、エレクトロマイグレーション (Electromigration) や、リード線およびMR読み出し用素子とシールド部分との電気的な短絡 (ショート) や、リード線およびMR読み出し用素子の電気抵抗による加熱が起こり得るという事実である。

【0004】 本発明は上記問題点を鑑みてなされたものであり、簡易な構造を有し、かつ、読み出し／書き込み動作時のオフセットができる限り少なくなるような高密度記録用の薄膜磁気ヘッドを提供することを第1の目的とするものである。さらに、本発明は、リード線および

## 3

MR読み出し用素子とシールド部分との電気的な短絡のおそれを効果的に回避することが可能な薄膜磁気ヘッドを提供することを第2の目的とするものである。

【0005】さらにまた、本発明は、動作中のリード線の電流密度を減らすことにより加熱を少なくしたりエレクトロマイグレーションを低減したりすることが可能な薄膜磁気ヘッドを提供することを第3の目的とするものである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段、および、作用】上記目的を達成するために、記録媒体のトラック上のデータに対し読み出しおよび書き込みを行うための本発明の薄膜磁気ヘッドは、ギャップを有する磁気回路を提供するための磁気的な第1のポール／シールド／リード層と第2のポール／シールド／リード層を備えている。これらの第1および第2のポール／シールド／リード層の各々は、書き込み用の磁気的なポールを有している。

【0007】さらに、本発明の薄膜磁気ヘッドは、上記第1のポール／シールド／リード層と第2のポール／シールド／リード層との間に配置される巨大感度形磁気抵抗素子層を含む読み出し用ヘッド部を備え、上記第1および第2のポール／シールド／リード層の各々は、磁気回路の外周部にて生ずる磁束から巨大感度形磁気抵抗素子層をシールドする機能を有し、かつ、この巨大感度形磁気抵抗素子層に対しデータ感知用のセンス電流を流すための導電性経路を提供する。

【0008】さらにまた、本発明の薄膜磁気ヘッドは、上記第1のポール／シールド／リード層と巨大感度形磁気抵抗素子層との間に配置される第1の導電体層と、上記第2のポール／シールド／リード層と巨大感度形磁気抵抗素子層との間に配置される第2の導電体層とを備えている。換言すれば、本発明の薄膜磁気ヘッド、すなわち、データ読み出し／書き込み用の薄膜磁気ヘッドアセンブリは、誘導形の書き込み用ヘッド部と、磁気抵抗形の読み出し用ヘッド部とを備えている。この読み出し用ヘッド部は、書き込み用ヘッド部のギャップの中に、センサ素子としての巨大感度形磁気抵抗（以下、GMRと略記することもある）素子からなるGMR素子層を形成した構造になっている。上記の誘導性の書き込み用ヘッド部は、それぞれ、パーマロイのような強磁性材料により作製されたP1層およびP2層とよばれる第1のポール／シールド／リード層（通常、第1のポール層またはP1層と略記する）および第1のポール／シールド／リード層（通常、第2のポール層またはP2層と略記する）を有している。これらの第1および第2のポール層の各々は、電気磁気量変換用のギャップを有する磁気回路を形成する。上記のP1層およびP2層とよばれる磁気的なポール層（磁極層）は、高い透磁率を有する高磁化（通常、磁化はBsで表される）材料で作られており、かつ、電流を通すことが可能である。これらの高磁

## 4

化材料として、例えば、NiFe（パーマロイ）、FeNまたはFeNTaが使用可能である。

【0009】さらに、P1層およびP2層の2種のポール層は、書き込み用ポールとして機能すると共に、磁気的なシールドおよびリード線としても機能する。それゆえに、以後、必要に応じて、上記のP1層およびP2層を、それぞれP1/S1層およびP2/S2層とよぶこととする。この場合、磁気的なシールドとして作用するシールド部S1およびS2は、GMR素子のサイド読み出し（Side Reading）を減少させ、かつ、信号波形を整形するために寄与する。書き込み動作期間中は、GMR素子は飽和状態になっている。この場合、電気磁気量変換を利用した書き込み用のギャップは、GMR素子の厚さ、および、このGMR素子に隣接して配置されるような同GMR素子に関する導電性のリード線の厚さにより決定される。

【0010】本発明によれば、厚さの厚い2種のポール層であるP1/S1層およびP2/S2層は、磁気的なポールおよびシールドとして機能すると共に、導電性のリード線としても機能する。上記の書き込み用ポールとして機能するP1層/S1層およびP2/S2層の厚さは、比較的厚く作られている。このために、低い電流密度と最小限度の加熱でもって、比較的大きな電流を流すことが可能になる。したがって、薄膜磁気ヘッドの動作中は、厚さの厚いポール層に対し、最小限度の加熱と低い電流密度でもって大きな電流を通すことができる。

【0011】好ましくは、本発明の薄膜磁気ヘッドにおけるP1/S1層第1およびP2/S2層の各々は、約2ミクロンの厚さを有する。さらに、好ましくは、本発明の薄膜磁気ヘッドにおけるGMR素子層は、約500オングストロームの厚さを有する。さらに、好ましくは、本発明のGMR素子層は、約0.5ミクロンから約2ミクロンまでの幅を有しており、このGMR素子層の長さ対幅の比は、1:1から5:1までの範囲にある。

【0012】さらに、好ましくは、本発明のGMR素子層は、銅（Cu）、金（Au）または銀（Ag）のグループから形成される導電体と、鉄（Fe）、コバルト（Co）およびニッケル（Ni）により実質的に作製される合金のグループから形成される磁性合金とを交互に配置してなる交互層により構成される。さらに、好ましくは、本発明の薄膜磁気ヘッドは、さらに、上記ギャップを含むギャップ層上に配置される導電性のコイル素子を備えている。

【0013】読み出し用のセンサ素子であるGMR素子は、その高い感度によって特徴づけられる。代表的なGMR素子は、「ジャーナル オブ アプライド フィジックス（Journal of Applied Physics）（1993年5月15日発行）」のVol. 73, No. 10, 5309頁〜5314頁、および、「IEEE ジャーナル オン マグネティックス イン ジャパン（IEEE Journal

on Magnetism in Japan) (1992年9月発行)」の Vol. 7, No. 9, 2482頁〜2487頁に記載されている。

【0014】本発明のGMR素子を有する読み出し用ヘッド部に対して使用され得るタイプの改良されたGMRセンサ素子は、カルフォルニア州のリバーモア (Livermore) に設立されているリバーモア・ラボラトリ (Livermore Laboratories) にて開発されたものである。この種のGMR素子 (GMRセンサ素子) は、代表的には、パターン形成がなされた多層構造をもって構成される。この多層構造においては、例えば、Cu/CrまたはFe/Cr材料が使用され得る。本発明を実施するに際し、GMR素子からなるGMR膜は、このGMR膜に印加されるバイアス電流が、同GMR膜の平面に対し垂直になるように、すなわち、Cpモードにて動作するように方向付けられる。このような手法により、シールド部であるS1およびS2を、導電性のリード線として使用することが可能になる。

【0015】このようにして、本発明の薄膜磁気ヘッドによれば、従来技術のMR読み出し用素子を有する薄膜磁気ヘッドアセンブリにおいて経験した幾何学的形態、エレクトロマイグレーション、加熱および電気的短絡といったような代表的な問題点は実質的に除去される。さらに、本発明では、P1/S1層とGMR膜との間に導電体層が形成されると共に、P2/S2層とGMR膜との間にも別の導電体層が形成される。これらの導電体層は、シールドS1およびS2からGMR膜を所定の間隔だけ離すことにより、GMR膜とシールド部のS1およびS2との間の磁気的結合をなくし、かつ、書き込み用のギャップの一部 (ギャップ層) を形成する。この場合、ディスク等の記録媒体上に形成されるトラックのトラック幅は、GMR膜の幅によって規定される。このことにより、記録媒体上のトラックに記録された信号のオフトラック読み出し (Off-track Reading)、すなわち、目的とするトラック以外のトラックからの不要なデータ読み出しを最小限に抑えることができる。

#### 【0016】

【実施例】本発明は、添付の図面 (図1〜図8) により例示される具体的な実施例をこれから説明することにより、容易に理解されるであろう。以下添付図面を用いて本発明の実施例に関連する事項を詳細に説明することとする。図1は、本発明に従い誘導性の書き込みセクションとGMR素子を使用した読み出しセクションを有する磁気ヘッドアセンブリの構造の一実施例を等角投影により示す図である。

【0017】図1を参照すれば明らかのように、非磁性のセラミック基板 (図示していない) 上に形成されるような薄膜磁気ヘッドアセンブリの構造では、書き込み用の磁気的なポールを有する誘導性の書き込み用ヘッド部 (書き込みセクション) と、磁気抵抗形のGMR素子を

有する読み出し用ヘッド部 (読み出しセクション) とを一体化により形成している。誘導性の書き込み用ヘッド部は第1のポール層10を有する。この第1のポール層10は、P1/S1層とよばれており、好ましくは、基板の上に真空蒸着またはメッキを行うことにより形成されたパーマロイから作製される。上記の第1のポール層10 (説明の都合上、P1/S1層10とよぶこともある) は、第1の書き込み用ポールP1およびシールドS1として機能する。さらに、第1の導電体層12が、P1/S1層10上に形成される。ついで、巨大感度形磁気抵抗 (GMR) 素子層14が、真空蒸着によって上記第1の導電体層12上に形成される。ついで、第2の導電体層16が、巨大感度形磁気抵抗素子層14上に形成される。

10

20

30

【0018】上記の第1および第2の導電体層12および16は、第1のポール層10および第2のポール層18とそれぞれ関係するシールドS1およびシールドS2からGMR素子層14を一定の間隔だけ離すことにより、GMR膜とシールド部のS1およびS2との間の磁気的結合をなくすようにしている。磁気ヘッドアセンブリの構造における誘導性の書き込み用ヘッド部は、第2のポール層18 (説明の都合上、P2/S2層18とよぶこともある) をメッキするかまたは真空蒸着することにより完成する。この第2のポール層18は、第2の書き込み用ポールP2およびシールドS2として機能する。上記の第1および第2の書き込み用ポールP1およびP2は、互いに絶縁され、かつ、第1および第2の導電性のリード線をそれぞれ形成する。よく知られているように、裏面側のギャップ (Back Gap) は、磁気回路内に低い磁気抵抗をもって形成される。

【0019】図2は、図1の構造の上に配置すべきフォトリソマスクが付加された状態を等角投影により示す図であり、図3は、図2の構造に対して複数の異なる層のマスクされた部分を形成するように処理がなされた状態を等角投影により示す図である。なお、前述した構成要素と同様のものについては、同一の参照番号を付して表すこととする。

【0020】図2を参照すれば明らかのように、本発明の薄膜磁気ヘッドアセンブリの構造では、P2/S2層18、GMR素子層14、第1および第2の導電体層12、16、およびP1/S1層10を形成するために、フォトリソマスク20が上記P2/S2層18上に配置される。これらのすべての層をエッチングすることにより、図3に示すような平面方向に延長された形状のP1/S1層10が残る。上記のようなエッチング・プロセスが実行されている間中、第1および第2の導電体層12、16、ならびにP2/S2層18は、GMR素子層14を保護する。上記のエッチング・プロセスは、P1/S1層10を部分的に貫通し、GMR素子層14の周囲に書き込み構造を形成する。

50

## 7

【0021】上記のP1/S1層10およびP2/S2層18の各々は、例えば、NiFe、FeNまたはFeNTaのような高い透磁率を有する高磁化(Bs)材料により作られている。好ましくは、P1/S1層10は、約2ミクロンの厚さを有する。さらに、好ましくは、GMR素子層14は、約500オングストロームの厚さを有し、かつ、約0.5ミクロンから約2ミクロンまでの幅を有している。さらに、好ましくは、上記GMR素子層の長さ対幅の比は、1:1から5:1までの範囲で変化する。このような構造では、記録媒体上のデータ読み出しおよび書き込み用のトラック、すなわち、データトラックのトラック幅は、GMR素子層14の幅によって規定される。それゆえに、オフトラック読み出しを最小限に抑えることができる。データトラックのトラック幅のパターン形成は、プレーナ幾何学構造(Planar Geometry)を用いた単一のステップ(工程)により達成することが可能になる。このプレーナ幾何学構造を用いたステップによって、トラック幅に関し高い精度を得ることが期待できる。

【0022】さらに、図3において、GMR素子層14は、互いに反対の方向に磁化が生成されるような複数の磁化の交互層を提供する。この交互層に印加される電界は、すべての磁化を同じ方向に切り換える(スイッチングする)。この結果として、前述のポール/シールド/リード層を通して感知される磁化の変化が大きなものになる。好ましくは、GMR素子層14は、複数の銅の層とコバルトの層を交互に配置してなる交互層により構成される。この場合、銅の層とコバルトの層の各々は、20オングストロームの厚さを有している。第1および第2の導電体層12、16の各々は、例えば銅のような導電性材料により作製される。さらに、好ましくは、上記第1および第2の導電体層12、16の各々は、おおよそ100~200オングストロームの厚さを有する。あるいは、書き込み用ギャップに対しても上記導電体層が必要とされる場合、導電体層は、より厚くすることが好ましく、かつ、GMR素子層14と同じ長さおよび幅を有することが好ましい。

【0023】図4は、図3に図示されるP1/S1層中の延長された部分の上に配置されたフォトレジストマスクを等角投影により示す図、図5は、図4の構造においてP1/S1層中の延長された部分が切り取られた状態を等角投影により示す図、そして、図6は、図4の構造においてP1/S1層の上に配置すべき導電性のコイル素子が形成された状態を等角投影により示す図である。

【0024】図4においては、フォトレジストマスク22が、延長された形状のP1/S1層10の上に付着される。このフォトレジストマスク22は、図5に示すような薄膜磁気ヘッドアセンブリの構造を形成する目的で現像される。さらに、非磁性の電気磁気量変換用のギャップを形成するために、絶縁層として機能するギャップ

## 8

層26が、延長された形状のP1/S1層10の上部に配置される。この場合、上記絶縁層は、例えば酸化アルミニウムから作製され得るか、または、ベンゾシクロブテン(Benzocyclobutene:BCB)のような良好なプレーナ特性を有する熱硬化性樹脂から作製され得る。ギャップ層26は、P1/S1層10の上部であってGMR素子層14の周囲部に配置される。さらに、上記ギャップ層26は、ヘッドアセンブリの構造全体を覆うような形状を有する。さらに、上記ギャップ層26は、エッチングにより、P2/S2層18まで空けられた状態になる。

【0025】さらに、ギャップ層26の上部には、導電性の複数のコイル素子24(例えば、図6に示す2つ(2ターン)の素子、および、後述の図7および図8に示す4つ(4ターン)の素子)が設けられる。これらのコイル素子24は、磁気ヘッドへのデータ信号、および、磁気ヘッドからのデータ信号を伝達するための書き込み用コイルとして動作する。上記コイル素子24のターン数は、記録媒体上のデータの読み出し/書き込みシステムに要求される書き込み用磁界の大きさに応じて、2ターンまたは4ターンより多くすることも可能である。

【0026】図7は、P2/S2層の上方部分を含む磁気ヘッドアセンブリの構造を等角投影により示す図である。図7の磁気ヘッドアセンブリの構造においては、よく知られているように、P2/S2構造の上方部分28が、書き込み用のコイル素子24を取り囲む絶縁物(絶縁層)の上に付着される。このような構成によって磁気回路が完成し、第2の導電性のリード線が提供される。

【0027】図8は、一部が除去された状態のP2/S2層の上方部分を等角投影により示す図である。図8では、図7の磁気ヘッドアセンブリの構造におけるP2/S2層18の一部(P2/S2層18の上方部分28の一部を意味する)を除去した状態が図示されている。この場合、P2/S2層18の側部が、GMR素子層14の側部と第1および第2の導電体層12、16の側部に一致するように、P2/S2層18の一部が除去される。上記の導電性のリード線は、外部の回路への信号伝送が可能になるように、コイル素子24に取り付けられている。薄膜磁気ヘッドの動作中は、コイル素子24を通して書き込み用電流が供給される。また一方で、センス電流は、第1および第2の書き込み用ポールP1およびP2のいずれか一方、ならびにGMR素子層14を通して所定の方向に差し向けられる。さらに、センス電流は、上記書き込み用ポールP1およびP2の他方を通して流れていく。この場合、GMR素子層14をCpモードにて動作させることにより、ある変化が磁気ヘッドを励磁する際に、GMR効果によって素子自体の抵抗が変化するようになっている。このようにして、第1および第2の書き込み用ポールP1およびP2は、書き込み

用ポール、読み出し用ポールおよび導電性リード線として作用する。

#### 【0028】

【発明の効果】以上述べたように、本発明にて示される薄膜磁気ヘッドの構造によれば、単純化された読み出し／書き込み用ヘッド部において、GMR素子層を収容するための充分大きな単一のギャップ層が提供される。この場合、ギャップ層内にGMR素子層が配置されるので、回転形のヘッド位置決め装置（Rotary Head Positioner Drives）における補正を通常必要とするような読み出し用ギャップ対書き込みギャップのオフセットを除去することができる。このために、ディスク装置の性能の向上が実現される。さらに、GMR素子層を構成するGMR素子のパターン形成および方向付けにより、読み出し／書き込み制御が容易に行えるような良好に形成されたトラックが提供される。この結果、一般のMR読み出し用素子を有する薄膜磁気ヘッドにおいて経験した電氣的短絡およびその他の問題点が解消される。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に従い誘導性の書き込みセクションとGMR素子を使用した読み出しセクションとを有する磁気ヘッドアセンブリの構造の一実施例を等角投影により示す図である。

【図2】図1の構造の上に配置すべきフォトリソマスクが付加された状態を等角投影により示す図である。

【図3】図2の構造に対して複数の異なる層のマスクされた部分を形成するように処理がなされた状態を等角投影により示す図である。

【図4】図3に図示されるP1/S1層中の延長された部分の上に配置されたフォトリソマスクを等角投影により示す図である。

【図5】図4の構造においてP1/S1層中の延長された部分が切り取られた状態を等角投影により示す図である。

【図6】図4の構造においてP1/S1層の上に配置すべき導電性のコイル素子が形成された状態を等角投影により示す図である。

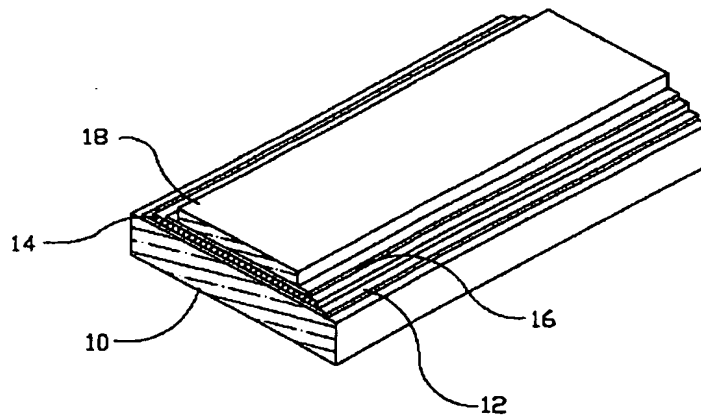
【図7】P2/S2層の上方部分を含む磁気ヘッドアセンブリの構造を等角投影により示す図である。

【図8】一部が除去された状態のP2/S2層の上方部分を等角投影により示す図である。

#### 【符号の説明】

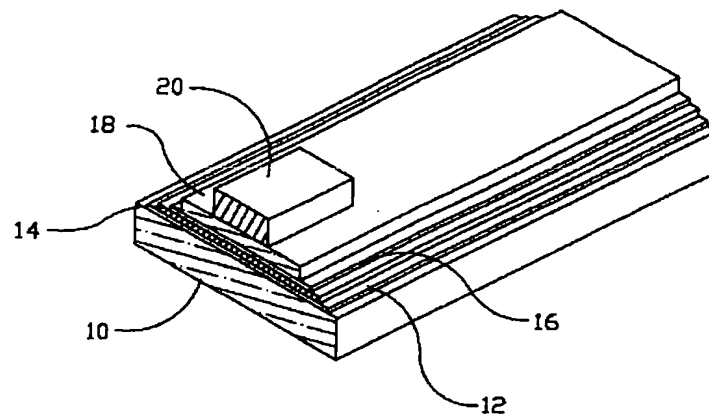
- 10…第1のポール（P1/S1）層
- 12…第1の導電体層
- 14…巨大感度形磁気抵抗（GMR）素子層
- 16…第2の導電体層
- 18…第2のポール（P2/S2）層
- 20、22…フォトリソマスク
- 24…コイル素子
- 26…ギャップ層

【図1】



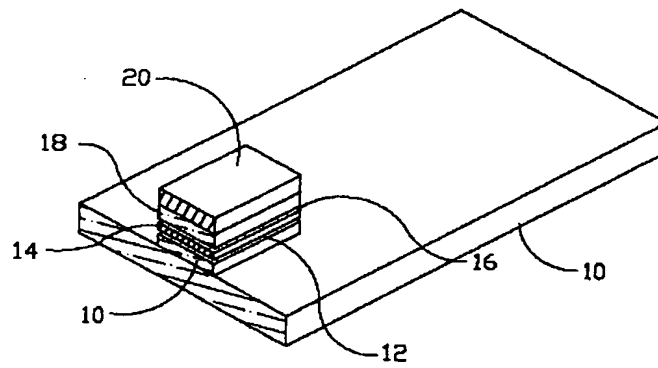
- 10…第1のポール層
- 12…第1の導電体層
- 14…巨大感度形磁気抵抗素子層
- 16…第2の導電体層
- 18…第2のポール層

【図2】

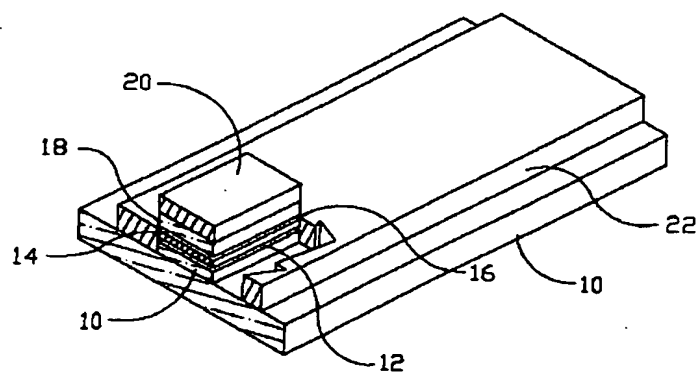


20...フォトリソマスク

【図3】

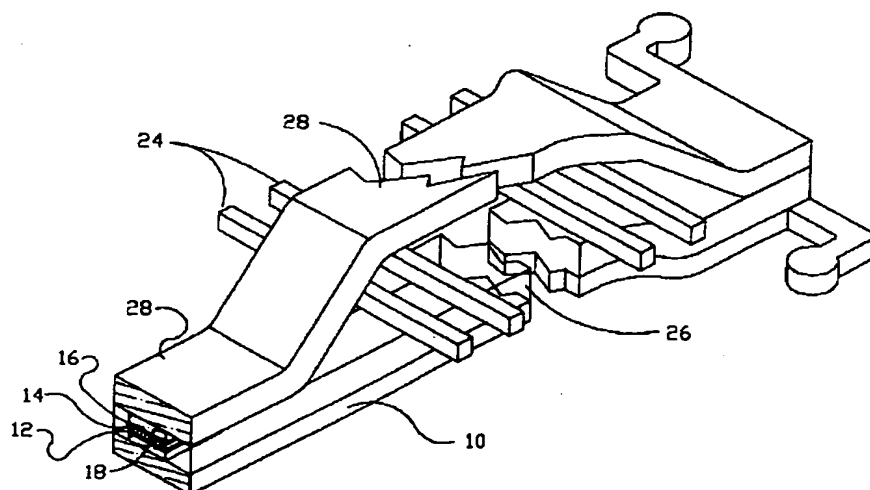


【図4】



22...フォトリソマスク

【图 7】





【図8】

